

## Comparação de cobertura foliar via radiômetro e aplicativo analisador de imagem

## Comparison of leaf coverage via radiometer and image analyzer application

### RESUMO

Ramily M. de A. O. Meneses  
[ramily@alunos.utfpr.edu.br](mailto:ramily@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Roger N. Michels  
[rogernmichels@utfpr.edu.br](mailto:rogernmichels@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Tatiane C. Dal Bosco  
[tatiangebosco@utfpr.edu.br](mailto:tatiangebosco@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

JanksynBertozzi  
[janksynbertozzi@utfpr.edu.br](mailto:janksynbertozzi@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Latif de F. Garcez  
[latifgarcez@alunos.utfpr.edu.br](mailto:latifgarcez@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

A cobertura foliar é uma informação importante na agricultura e a utilização de software analisador de imagem, embarcado em smartphone, facilitaria o acesso a esses dados. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar a cobertura foliar em grama Mato Grosso, utilizando os métodos por Greenseeker e aplicativo analisador de imagens. Foi utilizado uma área com grama Mato Grosso para a coleta dos dados de cobertura foliar via software analisador de imagem Canopeo e o NDVI utilizado o sensor ativo Greenseeker. O experimento foi conduzido em dois dias e dois horários para que a unidade experimental estivesse sob a incidência da radiação solar e sombreado. Para simular a variação da cobertura foliar foi construído um limitador de área utilizando papel kraft e a variação foi de 10% partindo de 0 até 100% em uma área de 0,71m x 0,32m. As leituras foram realizadas em triplicata para ambas metodologias. A obtenção da cobertura foliar utilizando o software analisador de imagem e o Greenseeker apresentou o mesmo comportamento com alta correlação variando entre 0,987 e 0,945. As duas metodologias não foram influenciadas pelo fator presença ou ausência da irradiação solar, com alta correlação, variando de 0,991 e 0,977. Conclui-se que o aplicativo Canopeo apresenta-se como uma ótima ferramenta para a determinação de cobertura foliar em grama Mato Grosso. Com a grande difusão dos smartphones o aplicativo pode ser de grande utilidade para aplicação na agricultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aplicativos móveis. Radiação solar. Diagnóstico por imagem.

### ABSTRACT

Foliage coverage is important information in agriculture and the use of image analyzer software, embedded in a smartphone, would facilitate access to this data. Thus, the objective of this work was to compare the leaf cover in Mato Grosso grass, using the methods by Greenseeker and the image analyzer application. An area with Mato Grosso grass was used to collect the leaf coverage data via Canopeo image analyzer software and the NDVI used the Greenseeker active sensor. The experiment was carried out in two days and two hours so that the experimental unit was under the incidence of solar and shaded radiation. To simulate the variation in leaf coverage, an area limiter was built using Kraft paper and the variation was 10% from 0 to 100% in an area of 0.71m x 0.32m. The readings were performed in triplicate for both methodologies. Obtaining leaf coverage using the image analyzer software and the Greenseeker showed the same behavior with a high correlation ranging between 0.987 and 0.945. The two methodologies were not influenced

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



by the presence or absence of solar irradiation, with a high correlation, ranging from 0.991 to 0.977. It can be concluded that the Canopeo application presents it self as a great tool for determining leaf cover in Mato Grosso grass. With the wide spread of smartphones, the application can be of great use for agricultural applications.

**KEYWORDS:** Mobile applications. Solar radiation. Diagnostic imaging.

## INTRODUÇÃO

A avaliação da cobertura foliar, que é complexa e cara, tem grande importância na agricultura pois contribui para: o manejo correto de fertilizantes nitrogenados (N) (STOCKER *et al.*, 2019), na avaliação da produtividade e duração do ciclo de videiras (PEDRO JUNIOR *et al.*, 1992), na produção de grama adubado com lodo de esgoto compostado (MOTA *et al.*, 2019), no acompanhamento do desenvolvimento de alface cultivada com fertilizante derivado de compostagem e vermicompostagem (MARQUES *et al.*, 2018) e, na verificação do dano para o patossistema ferrugem asiática da soja, bem como no teste de fungicidas (HIKISHIMA *et al.*, 2010).

Um método amplamente utilizado para determinar a cobertura foliar é a utilização do índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) obtido via radiômetro. O sensor óptico ativo Greenseeker emite luz em comprimentos de onda de regiões do espectro visível e infravermelho próximo, e o detector captura a luz refletida. Esse sensor ativo fornece dado de refletância da planta em diferentes comprimentos de onda, que permitem calcular diferentes taxas de vegetação. O índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) tem sido um dos mais utilizados para o monitoramento da cobertura vegetal e do estresse das culturas (KAPP JUNIOR *et al.*, 2016; JUNGES *et al.*, 2017).

Pequenos agricultores e jovens pesquisadores não tem condições de ter acesso ao Greenseeker devido ao seu valor de compra. Para contornar esta problemática, pode-se recorrer a utilização de software analisador de imagens para determinação da cobertura foliar (MARQUES *et al.*, 2018). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi comparar a cobertura foliar em grama Mato Grosso, utilizando os métodos por Greenseeker e aplicativo analisador de imagens.

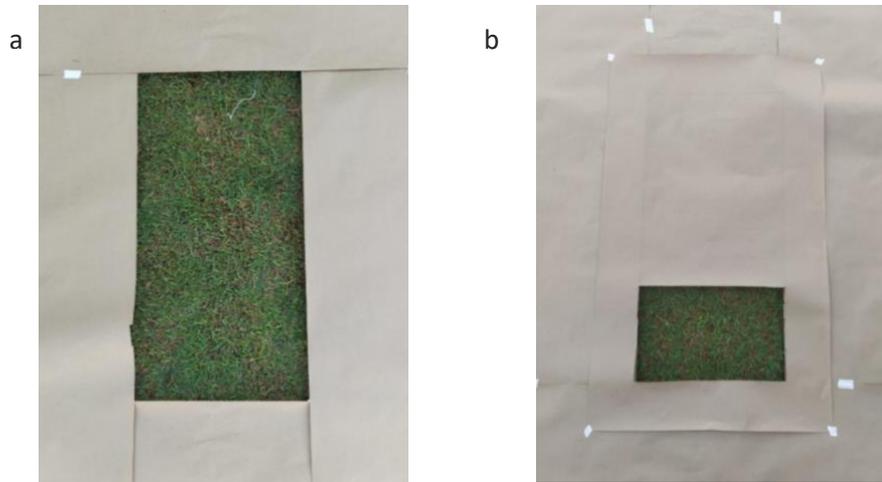
## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Londrina, Paraná, latitude 23° 17' 34" Sul e longitude 51° 10' 24" Oeste, altitude de 550 m.

A cultura adotada para as análises de campo foi a grama Mato Grosso com 24 meses de plantio. Os dados foram coletados em uma mesma área com a intenção de verificar o comportamento e comparar o Greenseeker e o aplicativo analisador de imagens.

Foi montado, utilizando papel kraft, um delimitador de área com dimensões de 0,71m x 0,32m, para a tomada dos dados de cobertura foliar, Figura 1a. A área para cada intervalo da amostra a ser realizado as leituras da cobertura foliar, foi simulada com valores de 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% e 100%, recortando tiras do papel kraft, Figura 1b.

Figura 1 – Delimitador de área para tomada dos dados de cobertura foliar (a) e método para simulação da amostra para a leitura da cobertura foliar com escalonamento de 10%, até a cobertura total da área em estudo, no exemplo uma simulação de 30% de da amostra descoberta (b)



Fonte: Produção do próprio autor.

Os dados de NDVI, utilizando o Greenseeker, foram coletados a uma altura de 0,70 m de altura o objetivo, valor determinado seguindo o manual do fabricante. Foram realizadas três tomadas de dados para cada intervalo da amostra, nos dias 16 e 31 de julho de 2020, em dois horários distintos, uma as 10:00 horas com a área sombreada e as 13:00 horas com a área com incidência direta da radiação solar.

Os valores da cobertura foliar utilizando o aplicativo Canopeo, desenvolvido pela Oklahoma State University, e embarcado em um smartphone com câmera de 48 MP foram realizados a uma altura de 0,70 m, coletando três dados para cada intervalo da amostra. As datas e horários foram as mesmas adotadas no NDVI. Todos os dados foram analisados estatisticamente a 5% de significância utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Greenseeker, por ser um sensor ativo, não sofreria alterações em seus valores com ou sem a presença de irradiação solar e isso se comprovou ao submeter as médias dos valores de NDVI ao teste de Pearson, em que obteve-se alta correlação, com valor de 0,991 no dia 16 de julho e 0,972 no dia 31 de julho. O aplicativo também apresentou alta correlações entre os dados coletados na sombra e com a presença da irradiação solar, 0,977 para o dia 16 de julho e 0,989 para o dia 31 de julho.

Ao comparar os dados de NDVI coletado pelo Greenseeker e a cobertura foliar obtido pelo aplicativo via teste de Pearson, verificou-se alta correlação com os seguintes valores: 0,945 no dia 16 de julho com sombreamento e 0,987 com a incidência de radiação solar e, 0,969 no dia 31 de julho com sombreamento e 0,979 com a incidência de radiação solar, valores que corroboram com os resultados obtidos por MICHELS *et al.* (2019), em estudo com drone.

Analisando os dados de comparação de média por Scott-Knott a 5 % de significância, nota-se que para os valores iniciais (0%, 10% e 20%) para os dias 16 (Tabela 1) e 31 de julho (Tabela 2), na sombra, os valores não apresentam diferença estatística, isto está atrelado a pequena área para avaliação do NDVI, já que o Greenseeker apresenta maior confiabilidade das leituras na parte central imediatamente abaixo do aparelho, conforme o manual de operação. Vale ressaltar que isso não impede o radiômetro de efetuar leituras precisas em baixos índices de cobertura foliar.

Tabela 1 – Análise de comparação de média por Scott-Knott a 5% de significância, em que letras e números iguais demonstram igualdade estatística, para os dados de NDVI (Rad.) e cobertura foliar (App) do dia 16 de julho de 2020

Tratamento	16/07 - Sombra		16/07 – Sol	
	Rad.	App	Rad.	App
0%	0.153 a1	0.000 a1	0.146 a1	0.000 a1
10%	0.160 a1	1.310 a2	0.173 a2	0.513 a2
20%	0.203 a1	2.883 a3	0.203 a3	0.823 a2
30%	0.203 a2	4.220 a4	0.243 a4	1.666 a3
40%	0.256 a3	5.786 a5	0.286 a5	2.860 a4
50%	0.306 a4	6.863 a6	0.356 a6	3.646 a5
60%	0.403 a5	7.560 a6	0.436 a7	5.066 a6
70%	0.440 a6	8.696 a7	0.496 a8	5.440 a6
80%	0.516 a7	9.850 a8	0.550 a9	7.146 a7
90%	0.576 a8	10.786 a9	0.570 a10	7.293 a7
100%	0.576 a8	15.346 a10	0.573 a10	8.813 a8

Fonte: Produção do próprio autor

Tabela 2 – Análise de comparação de média por Scott-Knott a 5% de significância, em que letras e números iguais demonstram igualdade estatística, para os dados de NDVI (Rad.) e cobertura foliar (App) do dia 31 de julho de 2020

Tratamento	31/07 - Sombra		31/07 – Sol	
	Rad.	App	Rad.	App
0%	0.153 a1	0.000 a1	0.163 a1	0.000 a1
10%	0.156 a1	0.753 a2	0.176 a1	0.423 a1
20%	0.173 a1	1.803 a3	0.200 a2	1.420 a2
30%	0.196 a2	3.076 a4	0.253 a3	2.910 a3
40%	0.246 a3	4.390 a5	0.343 a4	2.910 a4
50%	0.286 a4	5.386 a6	0.443 a5	5.940 a5
60%	0.366 a5	6.066 a7	0.526 a6	7.433 a6
70%	0.466 a6	7.426 a8	0.590 a7	8.090 a7
80%	0.526 a7	7.976 a9	0.626 a8	8.896 a8
90%	0.590 a8	9.626 a10	0.656 a9	11.136 a9
100%	0.593 a8	9.966 a10	0.670 a9	13.390 a10

Fonte: Produção do próprio autor

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o aplicativo Canopeo apresenta-se como uma ótima ferramenta para a determinação de cobertura foliar em grama Mato Grosso sendo validado pelo sensor ativo Greenseeker. Com a grande difusão dos smartphones o aplicativo pode ser de grande utilidade para os pequenos agricultores e jovens pesquisadores.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação Araucária pelo suporte, por meio da bolsa de pesquisa concedida. Também agradecemos a senhorita Cecília Dal Bosco Rezzadori pela contribuição no processo de coleta de dados.

## REFERÊNCIAS

FERREIRA, D. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>. Acessado em: 10 de fev. 2020

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G.; GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; SILVA, A. J. da. (2010). Quantificação de danos e relações entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 2, p. 96-103. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1982-56762010000200004>. Acesso em: 27 ago. 2020.

JUNGES, A. H.; FONTANA, D. C.; ANZANELLO, R.; BREMM, C. Normalized difference vegetation index obtained by ground-based remotesensing to characterize vinecycle in Rio Grande do Sul, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 41, n. 5, p. 543-553, 2017. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/1413-70542017415049016>. Acesso em: 27 ago. 2020.

KAPP JUNIOR, C.; GUIMARAES, A. M.; CAIRES, E. F. Use of active canopy sensors to discriminate wheat response to nitrogen fertilization under no-tillage. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, n. 5, p. 886-894, out. 2016. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-69162016000500886&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162016000500886&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 27 ago. 2020.

MARQUES, V. da C.; SILVA, J. dos S.; PRESUMIDO, P. H.; DAL BOSCO, T. C.; MICHELS, R. N.; BERTOZZI, J. Validation of leaf cover analysis software (LCAS) to monitor lettuce cultivated with organic fertiliser. **Acta Iguazu**, v. 7, n. 5, p. 82-91. 2018. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/17309>. Acesso em: 27 ago. 2020.

MICHELS, R. N.; BERTOZZI, J.; DAL BOSCO, T. C.; AGUIAR E SILVA, M. A.; GNOATTO, E.; SOARES, C. H. E. Use of drone with digital photographic machine embedded for determination of leaf cover. **Revista Agrogeoambiental**, v. 11, n. 1, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v11n120191188>. Acesso em 02 de out. 2020.

MOTA, F. D.; BÔAS, R. L. V.; MATEUS, C. de M. D´A.; SILVA, T. B. G. da. Sewage sludge compost in zoysia grass sod production. **Revista Ambiente & Água**, v. 14, n. 1, e2301. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2301>. Acesso em 27 ago. 2020.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; POMMER, C. V.; MARTINS, F. P.; RIBEIRO, I. J. A. Influência da diminuição da área foliar na produtividade e na duração do ciclo da videira 'Niagara Rosada'. **Bragantia**, v. 51, n. 1, p. 57-61. 1992. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0006-87051992000100008>. Acesso em 27 ago. 2020.

STOCKER, V.; SOUZA, E. G. de; JOHANN, J. A.; BENEDUZZI, H. M.; SILVA, F. de O. e. Effect of height, tilt and twist angles of an active reflectance sensor on ndvi measurements. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 39, n. spe, p. 96-108, set. 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sciarttext&pid=S0100-69162019000800096&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 27 ago. 2020.